

Developing a Data Acquisition System for Force and Temperature Measurement in the Cutting Process by Machining With Turning

Vývoj systému pre získavanie dát na meranie sily a teploty v reznom procese pri sústružení.

Mikolaj KUZINOVSKI, Neven TRAJČEVSKI, V. FILIPOSKI, Piotr CICHOSZ

Abstract: In this paper an original monitoring system for the research of the physical phenomena in the cutting process with a computer aided data acquisition is presented. Monitoring system is used for measuring of the tangential, axial and radial cutting force, and the average temperature in the cutting process. The acquisition hardware consists of 5-channel amplifier and data acquisition card. For acquisition of the signals, a microcontroller with an integrated 10-bit A/D converter is used. Software for a personal computer in MS Visual C++ is developed for an analysis and visualizations.

Abstrakt: Článok prezentuje monitorovací systém pre výskum fyzikálnych vlastností v rezných procesoch s podporou počítačovej podpory získavania dát. Merací systém je využívaný pre merania tangenciálnej, axiálnej a radiálnej reznej sily, priemernú teplotu rezného procesu. Hardvér zberača dát pozostáva z 5 kanálového zosilňovača a karty za získavanie dát. Pre spracovanie dát je použitý mikrokontrolér s integrovaným 10-bitovým A/D prevodníkom. Softvér pre osobný počítač programovaný v MS Visual C++ bol použitý pre analýzy a vizualizácie.

Ke words: acquisition, forces, temperature, machining, turning.

Introduction

The knowledge of the cutting process in machining with turning with high cutting speeds, using modern materials and modern metal cutting machines, has a great significance especially in the automated machining. The analysis of the investigation phenomena has shown that exist significant changes in the machining conditions with material removal because of the higher speed of cutting [1,2]. The creating of possibilities for identification of the physical phenomena in the cutting process under those conditions enables a creation of a basis for a choice of optimal parameters in the cutting process, a prognosis for the cutting edge wearing and determining the time for replacement of the cutting tool. It also enables: management of the surface layer quality of the workpiece, optimization of the stereometry of the cutting tool, managing the chip form and chip lead away direction, improving the manufacturing technology of the cutting inserts and their cutting characteristics. Monitoring of the change of the forces and the temperature during high speed machining is possible only with usage of computer aided research systems. There are expected to: decrease the influence of the signals transmission lines, enable recording and processing of a sufficient number of data in relatively short period of time and display graphic interpretation of the received data signals.

Description of the Developed Data Acquisition System

The monitoring system is designed for measuring of the tangential, axial, radial cutting force and the average temperature in the cutting process. For measuring of the forces the monitoring system uses upgrade of an analog inductive dynamometer model FISHER MESSTECNIK TYP EF2 D3 NR 24570. The dynamometer has cutting tool holder with inductive measurement cells for forces conversion into an electrical signal. The method of natural thermocouple workpiece-cutting insert is used for temperature measuring. There are two transmission lines for the generated thermovoltage from the natural thermocouple. One line uses a device [3] for transmitting the signal from the workpiece if there is not possibility to put line wire in the lathe main spindle. Second line for transmitting the signal from the workpiece uses a Hottinger-device and it is used when there is a passable main spindle. Hardware structure of the monitoring system is presented on Figure 1. The interface between the source of the signals and the personal computer (PC) consists of a 5-channel amplifier of the signals and data acquisition card (DAC). The amplifier has three roles as a part of the interface. At first, to amplify the thermo-voltage that is generated by the natural thermocouple workpiece-cutting insert and

the signal from the analog dynamometer to the required level. That means that the signal after amplifying complies within the domain of the A/D converter. The second role of the amplifier is galvanic separation of the thermocouple electric circuit from the DAC and the PC. The role of this galvanic separation is protection from eventual current pulses that could damage this part of the measuring system. The third role is to remove the influence of the electrical circuit consisting of the DAC and PC to the electrical circuit with the thermocouples and the dynamometer [4]. The force amplifier channels are constructed with operation amplifier TL084. The thermovoltage amplifier channels use the ISO100, an optically-coupled isolation amplifier. Data acquisition card integrate Microchip microcontroller PIC16F877 and microcontroller support electronic components. The microcontroller has 10-bit build in A/D converter. It has an option for defining intern or extern voltage references and it is possible to make 8-channel digitalization. For 10-bit conversion it uses 12 clock-periods for conversion with time interval shorter then 1,6 μ s, and that is 20 μ s total time for the conversion. In real conditions this time is a little longer, because of the additional time necessary for selection of the channel, determining the end of conversion, adding control bits for the channel and working with low and high byte.

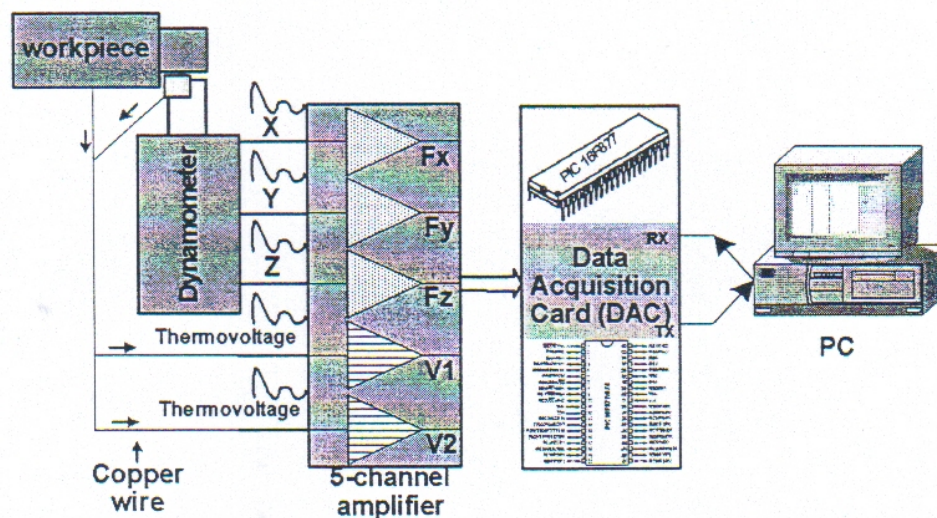


Figure 1 Hardware structure of the monitoring system for investigation of the cutting forces and temperature

The maximum frequency of the tact generator is 20 MHz. The microcontroller enables 50000 conversions per second. The nature of our researches allows the cutting force and the temperature to be considered as a static dimension for a certain conditions of machining and it imposed a need for taking a few samples of the signal per one turn of the workpiece [4]. For adopted maximum 2000 turns per minute and 5 samples of the signal per turn, the system should perform a conversion and acquisition on $2000 \cdot 5 / 60$, that is to say 167 samples per second for every channel, which is far below the possibility of the chosen system. The microcontroller contains an integrated module for serial synchronous and asynchronous communication simultaneously in both directions, USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) with ability for easy adjustment of the speed of communication. It was decided a speed of communication of 115200 bps to be used because this speed enables flow of a maximum number of data through the line of communication. According to the fact that every sample takes $2 \times 8 = 16$ bits, in this regime we could "in real time" transport $115200 / 16 = 7200$ samples which is more than the number needed, using even 4 channels simultaneously. This way of sending the data on the personal computer avoids the procedure of temporary recording of the data in the microcontroller's system and enables the data flow to be performed in "real time".

In the process of designing of the DAC we were using software for design and simulation Proteus 6.3 Demo. This software has library of analog and digital components including microcontrollers, virtual terminals, signal generators, measuring instruments, oscilloscopes, logic

analyzers and generators, Figure 2. The user-friendly screen interface provides very easy design and simulation of the A/D converter's construction. The microcontroller in the simulation performs a function that is given with software for the microcontroller. Connecting of the microcontroller and the certain program could be done with simple browse option. This software was used for simulation process including debugging and tracing of eventual logic errors, execution of the microcontrollers program "step by step", preview of the values of the microcontroller's variables in "real time" and simulation of the serial communication by connecting the simulation with the hardware RS232 interface of the computer.

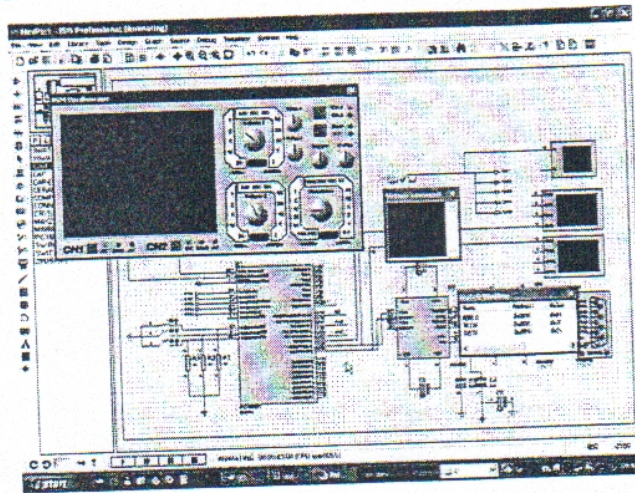


Figure 2 Proteus 6.3 Demo Screen dump

The program, which operates the microcontroller's work, is written in the program language C for microcontrollers. The prototype version of the described interface of the monitoring system is presented on Figure 3.

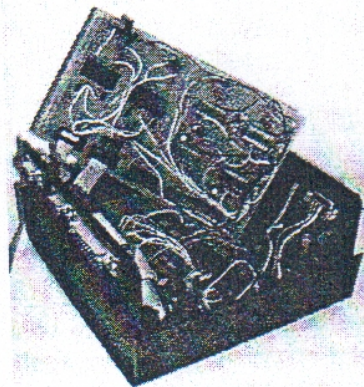


Figure 3 Prototype version of the monitoring system interface for PC

Designed application in Microsoft Visual C++, receives the data through RS232 interface of PC. The window of the application shown on Figure 4 is divided into two parts. One of the parts has a grid that enables a graphical interpretation of the dynamic character of the thermovoltage, Figure 4.a., the dynamic character of the cutting forces, Figure 4.b. and determining the length of the time axis in which the average values are calculated. On the Figure 4.a. with 1 is denoted the thermovoltage signal obtained with usage of the device [3]. On the Figure 4.a. with 2 is denoted the thermovoltage signal obtained with usage of the Hottinger-device. The other part of the window, denoted with an arrow on Figure 4, contains a set of controls designed for adjusting and showing the specific average values on a previously chosen length of the time axis. Graphics properties are controlled by these controls also.

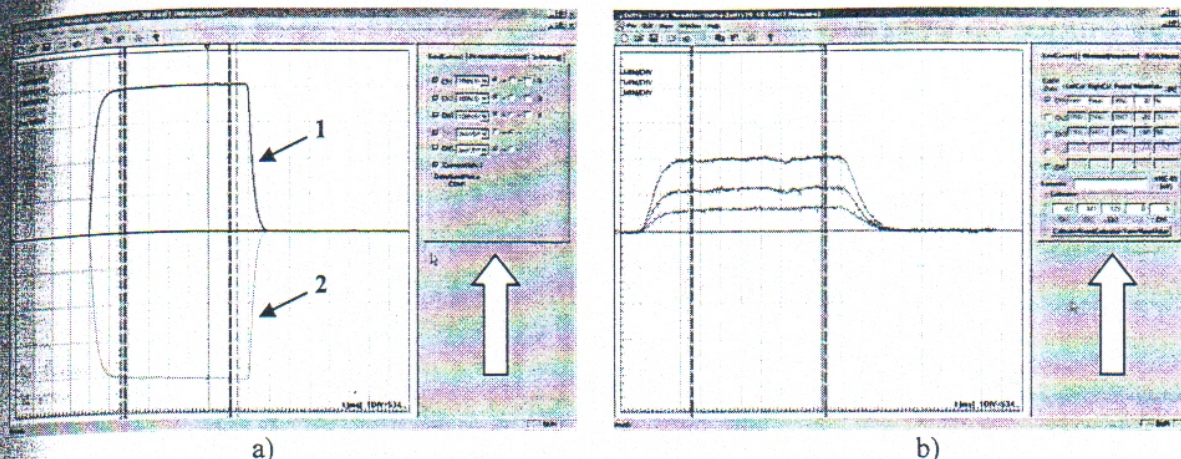


Figure 4 screen dump of the monitoring system software
(a - measuring of the temperature, b - measuring of the cutting forces)

Conclusion:

During intensive transformation of the workpiece material into chips, which is machining with material removal characteristics, usage of monitoring system for investigation justifies its development, especially within the fact that during the investigation a few phenomena's parameters are identified simultaneously. In this case those are temperature and resultant cutting force represented by the tangential, axial and radial component. This orientates the experimenter concentration on the analysis of the applied methods for planning experiments, analysis of the experimental results, defining of the experimental error, and analysis of the obtained mathematical models that describe the investigated phenomena and verification of the mathematical models. The full access to the hardware and the software components allows analysis of the adequacy of the chosen components and software solutions. These components are carefully selected and high accuracy, linearity, and time-temperature stability of the 5-channel amplifier and the DAC are achieved. The graphical user interface of the monitoring system software is user-friendly. For evaluation of the technical level of the created monitoring system or for evaluation of the acquisition quality of the measured signals, measuring uncertainty was adopted. Aspiring for measuring uncertainty decreasing of the obtained results provokes continual development activities for monitoring system upgrading.

The final solution is compromise between needed conditions defined by the investigation phenomena nature, available hardware and software solution and the technoeconomics parameters.

References

- [1] Bernat P., Grzesik W.: *Diagnostic signals processing using multi-sensor measurement system*, Metrologia w technikach wytwarzania maszyn, 1999, Szczecin. p. 455-462.
- [2] Klomfas M., Mikolajczyk T.: *The system for automatic investigation*, Zeszyty naukowe PL Filii w Bielsku-Bialej Budowa i eksploatacja maszyn, 1994, p. 75-79.
- [3] uzinovski M., *PATENT MKP B23Q 11/14, G01K 13/08, 900602 od 30.09.2000. Pomagalo za prenos na signal pri merenje na temperatura*. Glasnik IPPO, 7/3, p. 2-58, p.13.
- [4] Trajčevski N, Filiposki V, Kuzinovski M., *Personal computer interface for temperature measuring in the cutting process with turning*, Proceedings, Faculty of Mechanical Engineering, Vol.23, No.2, 2004, Skopje, p. 65-74, ISSN 0351-6067, UDK: 681.536.5: 621.91.

Prof. Mikołaj Kuzinovski, PhD., Faculty of Mechanical Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", P.O. Box 464, 1000 Skopje, Republic of Macedonia, tel.: +389 (0) 2 3099 257, e-mail: mikolaj@mf.ukim.edu.mk
 Neven Trajčevski, BSc., Faculty of Mechanical Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", P.O. Box 464, 1000 Skopje, Republic of Macedonia, tel.: +389 (0) 2 3099 257, e-mail: nevco@freemail.com.mk
 V. Filiposki, Faculty of Mechanical Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", P.O. Box 464, 1000 Skopje, Republic of Macedonia, tel.: +389 (0) 2 3099 257
 Prof. Piotr Cichosz, PhD., Institute of Mechanical Engineering And Automation of The Wroclaw University of Technology, Wroclaw, Poland, e-mail: piotr.cichosz@pwr.wroc.pl

/ [K13]

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta výrobných technológií so sídlom v Prešove
Slovenská strojárska spoločnosť Bratislava
Slovenská spoločnosť pre tribológiu a tribotechniku Bratislava

Technical University of Košice
Faculty of Manufacturing Technologies with a seat in Prešov
Slovak Mechanical Society Bratislava
Slovak Tribology and Tribotechnic Society Bratislava



VIII. medzinárodná vedecká konferencia / 8th International Scientific Conference

NOVÉ SMERY VO VÝROBNÝCH TECHNOLOGIÁCH 2006 NEW WAYS IN MANUFACTURING TECHNOLOGIES 2006

Zborník referátov / Proceedings

Sponzor konferencie / Sponsor of the Conference



Medzinárodný višegrádsky fond
Sponsored by International Visegrad Fund
www.visegradfund.org

Mediálni partneri konferencie / Medial Sponsor of the Conference

MEDIA/ST
vydavateľ časopisu



redakcia časopisu
AT&P journal



Prešov, 22. - 23. 6. 2006

Príspevky recenzovali / The Papers were Reviewed by:

doc. Dr. Ing. Josef Brychta, doc. Ing. Michal Havrila., doc. Dr. Ing. F. Holešovský,
doc. Ing. Ondrej Híreš, CSc., prof. Dr. Ing. Ivan Kuric, doc. Ing. Imrich Lukovics, CSc.,
prof. Ing. Jozef Novák-Marcinčin, CSc., prof. Ing. Michal Obmaščík, CSc.,
prof. Ing. Ľudovít Parilák, CSc., prof. Ing. Emil Ragan, CSc.,
prof. Ing. Augustín Sládek, CSc., prof. Ing. Karol Vasilko, DrSc.,
doc. Ing. Jozef Zajac, CSc.

ISBN 80-8073-554-9

PROGRAMOVÝ VÝBOR KONFERENCIE PROGRAM COMMITTEE OF CONFERENCE

Odborný garant konferencie (Conference chairman):

prof. Ing. Karol Vasilko, DrSc., FVT TU Košice, Slovenská republika

Medzinárodný vedecký programový výbor (International academic program committee):

Dr.h.c. prof. Dr. hab. inž. Stanislaw Adamczak, DrSc., Politechnika Kielce, Poľsko
prof. Ing. Bohuslav Bátor, CSc., TrUAD Trenčín, Slovenská republika
prof. Ing. Pavel Blaškovič, DrSc., Slovenská spoločnosť pre tribológiu a tribotechniku,
Bratislava, Slovenská republika
doc. Dr. Ing. Josef Brychta, FS VŠB-TU Ostrava, Česká republika
prof. Ing. Givi Bokučava, DrSc., GU Tbilisi, Gruzínsko
prof. Ing. Radu Cotetiu, PhD., North University of Baia Mare, Rumunsko
prof. Dr. hab. inž. Jerzy Cyklis, Politechnika Krakow, Poľsko
doc. Dr. Ing. František Holešovský, UJEP Ústí nad Labem, Česká republika
prof. Ing. Vladimír Kročko, CSc., SPU Nitra, Slovenská republika
prof. Dr. Ing. Ivan Kuric, Sjf ŽU Žilina, Slovenská republika
prof. Dr. hab. inž. Stanislaw Legutko, Politechnika Poznań, Poľsko
prof. Ing. Jan Mádl, CSc., FS ČVUT Praha, Česká republika
RNDr. Peter Magdolen, CSc., Ministerstvo školstva SR, Bratislava, Slovenská republika
doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc., Univerzita Tomáše Bati Zlín, Česká republika
prof. Dr. hab. inž. Jozef Matuszek, ATH Bielsko-Biala, Poľsko
prof. Tonci Mikac, PhD., Rijeka University, Rijeka, Chorvátsko
prof. Ing. Milan Mikleš, DrSc., FEVT TU Zvolen, Slovenská republika
doc. Ing. Ondrej Nemček, CSc., TrUAD Trenčín, FPT Púchov, Slovenská republika
prof. Ing. Jozef Novák-Marcinčin, PhD., FVT TU Košice, Slovenská republika
prof. Dr. Jiří Panyr, Siemens Mnichov, Nemecko
prof. Ing. Ľudovít Parilák, CSc., ÚMV SAV Košice, Slovenská republika
prof. Dr. Ing. Jozef Peterka, MTF STU Trnava, Slovenská republika
doc. Ing. Miroslav Píška, CSc., FS VUT v Brne, Česká republika
Dr.h.c. prof. Ing. Karol Polák, DrSc., Slovenská strojárská spoločnosť, Slovenská republika
Dr.h.c. mult. prof. Ing. Juraj Sinay, DrSc., TU Košice, Slovenská republika
prof. Ing. Augustín Sládek, CSc., Sjf ŽU Žilina, Slovenská republika
prof. Ing. Emil Spišák, CSc., Sjf TU Košice, Slovenská republika
prof. Ing. Zinobij Antonovič Stocko, DrSc., Lvovský politechnický inštitút, Ukrajina
doc. Ing. Marián Tolnay, CSc., Sjf STU Bratislava, Slovenská republika
prof. Nicolae Ungureanu, PhD., North University of Baia Mare, Rumunsko
prof. Dr. László Ungvári, Technische Fachhochschule Wildau, Nemecko
prof. dipl. Ing. Dr. Franz Wojda, TU Viedeň, Rakúsko
doc. Ing. Jozef Zajac, CSc., FVT TU Košice, Slovenská republika

Prípravný výbor (Organising committee):

Predseda (Chairman): doc. Ing. Michal Havrila, FVT TU Košice

Členovia (Members):

Ing. Petr Baron, PhD., FVT TU Košice
Ing. Peter Brázda, FVT TU Košice
Ing. Antónia Franecková, Strojárstvo-Strojníctví, Žilina
Ing. František Jaš, CSc., RENOJAVA spol. s r.o., Prešov
doc. Ing. Jozef Jurko, PhD., FVT TU Košice
Ing. Marek Kočíško, PhD., FVT TU Košice
Ing. Peter Macala, ZTS Sabinov
doc. Ing. Vladimír Modrák, PhD., FVT TU Košice
Ing. Ján Mojžiš, VOP Prešov
Ing. Peter Monka, PhD., FVT TU Košice
Ing. Vincent Paľo, COMMERC SERVICE spol. s r.o., Prešov
RNDr. Peter Šoltés, IPM Solutions Prešov
Ing. Daniel Tomko, Tomark, spol. s r.o., Prešov
Ing. Imrich Vojtko, PhD., FVT TU Košice
Ing. Miloslav Vysoký, ZVL-AUTO, spol. s r.o., Prešov

TEMATICKÉ CELKY

SECTIONS

Tematický celok A – Section A

Globálne problémy výrobných technológií
Global problems of manufacturing technologies

Tematický celok B – Section B

Technológia zmeny rozmerov
Global problems of manufacturing technologies

Tematický celok C – Section C

Technológia zmeny tvaru
Technology of form change

Tematický celok D – Section D

Technológia spájania a delenia
Joint and cutting technology

Tematický celok E – Section E

Technológia zmeny vlastností
Technology of properties changes

Tematický celok F – Section F

Technológia zmeny vzťahov a dokončovanie povrchov
Technology of assembly and surface finishing

Tematický celok G – Section G

Automatizácia a riadenie výrobných procesov
Automation and control of manufacturing processes

Tematický celok H – Section H

Pridružené problémy výrobných technológií
Associated problems of manufacturing technologies

O
Pr
T
Gi
Sc
N
V
E
P
(F
Iv
V
P
Jc
P
M
Ja
H
H
J
E
E
K
T
C
T
A
T
N
F
C
E
J
I
I
J
F
S
T
M
M
I
S
I
I
I
I

Obsah / Contents

Prihovor prof. Ing. Karola Vasilku, DrSc.....	13
---	----

Tematický celok A - Section A

Givi BOKUČAVA, Karol VASILKO, Raul TURMANIDZE:

Some Ways to Increase the Effectiveness of Engineering Production

Niektoré cesty zvyšovania efektívnosti strojárkej výroby15

Viliam ĎURAŠ:

Empowering SMEs for Long-Term Research Interest and Increased Participation in EU RTD Activities

Podpora účasti (pro)výrobné orientovaných malých a stredných podnikov (MSP) v 7. rámcovom programe

(FP7)19

Ivan KURIC:

View on Current Product and Process Design – New Methods and Possibility

Pohľad na súčasnú TPV – nové metódy a možnosti23

Jozef NOVÁK-MARCINČIN:

Place of Manufacturing Technology in Manufacturing Engineering Complex

Miesto výrobných technológií v komplexe výrobného inžinierstva29

Jan MÁDL:

Integration of Economic and Technological Parameters for the Optimisation of Machining Processes

Integrace ekonomických a technologických parametrů pro optimalizaci obráběcích procesů32

Jana NOVÁKOVÁ, Josef BRYCHTA, Jiří KRATOCHVÍL, Robert ČEP:

Experimental Validation the Laws of Creatics

Experimentální ověření platnosti zákonů kreatiky36

Karol POLÁK, Andrea PAULUSOVÁ:

The Lifelong Education Chains

Celoživotné vzdelávacie reťazce40

Tematický celok B - Section B

Andrej CZÁN, Lukáš ĎURECH, Juraj MARTIKÁŇ, Branislav MARTINICKÝ, Igor JEDINÁK:

Tools for High Production Machining

Nástroje pre vysokoproduktívne frézovanie45

František HOLEŠOVSKÝ, Michal HRALA, Jana ZELENKOVÁ:

Ground Surface – Formation and Changes at Dynamical Loading

Broušený povrch – tvorba a změny při dynamickém zatížení48

Jozef JURKO, Andrej CZÁN:

Verification of the Cutting Part Form on the Tool Life by Drilling

Verifikácia tvaru reznej časti nástroja na jeho životnosť pri vŕtaní54

Jozef JURKO:

Research the Load of Cutting Part of Screw Drills

Skúmanie zaťaženia reznej časti skrutkovicových vrtákov58

Tomasz KEDZIELSKI, Stanislaw LEGUTKO :

Minimum Quantity of Lubrication in Broaching Technology

Minimálne množstvo mazania pri technológiách preťahovania62

Radoslav KREHEL, Marek KOČIŠKO:

The Project of Simulative Model System Realizing the Correction of Wedge Abrasing

Návrh simulačného modelu systému realizujúceho korekciu rozmerového opotrebenia rezného nástroja66

Radoslav KREHEL, Eduard LÖRINC:

The Application of Optical Sensors in the Control Process of Wedge Abrasing during the Turning

Aplikácia optických snímačov v procese kontroly rozmerového opotrebenia rezného nástroja počas sústruženia70

Aleš KRSEK:

Proving Conformance with Specifications on Base of Coordinate Measurement

Posúdenie zhody vyrobenej súčiastky s jej geometrickou špecifikáciou na základe súradnicového

merania74

Mikolaj KUZINOVSKI, Neven TRAJČEVSKI, V. FILIPOSKI, Piotr CICHOSZ: <i>Developing a Data Acquisition System for Force and Temperature Measurement in the Cutting Process by Machining With Turning</i> Vývoj systému pre získavanie dát na meranie sily a teploty v reznom procese pri sústružení	78
Imrich LUKOVICS, Miroslav MAŇAS : <i>Research of Laser Cutting Technology of Polymers and Metals</i> Výzkum technologie obrábění kovů a plastů laserem	82
Rudolf MATIJA: <i>Simulation of Machining – Subsystem With the Cutting Fluid</i> Modelovanie obrábania – subsystém pre procesné médium	86
Edward MIKO: <i>An analysis of model of surface roughness constitution in the metal cutting process applying tools with defined stereometry</i> Analýza vzniku modelu drsnosti povrchu obrábacími nástrojmi, zadanými stereometrií rezania	90
Václav MORAVEC, Ivan MRKVICA: <i>Edge Preparation of Cutting Tools</i> Úpravy bříty rezných nástrojů	97
Ivan MRKVICA, Viktor UHLÁŘ: <i>Initial Contact of Tools Knife at Milling</i> Počáteční kontakt bříty nástroje při frézování	101
Miroslav NESLUŠAN, Henrich TOMAŠEC, Stanislav TUREK: <i>Dynamic Aspects of SG and TG Wheels Application when Grinding Roll Bearing Steel 100Cr6</i> Dynamické aspekty aplikácie SG a TG kotúčů při brúsení ložiskové ocele 100Cr6	105
Marek SADÍLEK, Robert ČEP, Markéta GREGUŠOVÁ: <i>Influence Cutting Speed on Surface Roughness in Ball-End Milling</i> Vliv řezné rychlosti na drsnost povrchu při frézování tvarových ploch	109
Dušan ŠTEKLÁČ, Dana STANČEKOVÁ, Michal OBMAŠČÍK: <i>Machinability of ADI Materials</i> Obrábateľnosť ADI materiálů	114
Marián TABÁČEK, Miroslav NESLUŠAN: <i>Residual Stresses After Turning Roll Bearing Steel 100Cr6 of Bainite Structure</i> Zvyškové napätia po sústružení ložiskovej ocele 100Cr6 spracovanej na bainitickú štruktúru	118
VALÍČEK, J., LUPTÁK, M.: <i>Material Machining by Dezintegration of Water Jet and Its Measurement</i> Obrábění materiálu dezintegrací kapalinovým paprskem a jeho měření	122
Karol VASILKO, Ján DRAVECKÝ: <i>Turning with Elastic Bearing of Tool</i> Sústruženie s pružným uložením nástroja	126
Karol VASILKO, Miroslav GOMBÁR: <i>The Identification Relation Cutting Conditions and Morfologie Cut Surface</i> Identifikácia vzťahu rezných podmienok a morfológie obrobenej plochy	132
Karol VASILKO, Darina VASILKOVÁ: <i>Identification of Influence of Cutting Speed on the Quality of Machined Surface</i> Identifikácia vplyvu rezných rýchlostí na kvalitu obrobeného povrchu	136
Jozef ŠANDORA: <i>Design of Machining of Dovetail Grooves of Rings Made of 17246.1 Steel (18-8 CrNi)</i> Návrh technológie opracovania rybinových drážok krúžkov z materiálu 17246.1 (18-8 CrNi)	142
Stanisław ADAMCZAK, Dariusz Janecki, Krzysztof STĘPIEŃ: <i>Application of the "Cyform" software to accurate measurements and analysis of form errors</i> Aplikace softwaru "CYFORM" pro přesné měření a analýzu chyb profilu	147
Peter ŠUGÁR, Júlia MEČIAROVÁ: <i>Multicriterial Optimization of Cutting Fluid Selection</i> Viackriteriálna optimalizácia výberu procesnej kvapaliny v technológii obrábania	151

Tematický celok C - Section C

Linda GREGOVÁ, Zygmund MUCHA, Ryszard GRADON:

Dependencies of Permanent and Not Permanent Deformations in Laser Forming By Pulse Laser Beam

Závislosti trvalej a netrvalej deformácie pri laserovom tvárnení metódou nepohybujúceho sa laserového

lúča155

František GREŠKOVIČ, Emil SPIŠÁK:

Injection of Plastics and Uncertainty of Re grind Using

Vstrekovanie plastov a problematika používania regranulátu159

Ján MATISKO:

Determination of The Dependency of Compact's Dimension in the Direction of Pressing on The Density After

Pressing and Apparent Density of the Powder in the Jig

Stanovenie závislosti rozmeru výlisku v smere lisovania na hustote po lisovaní a od sypnej hustoty prášku v

prípravku163

Ján MORAVEC:

Contribution to The Investigation of Effects on the Unconventional Forming in a Magnetic Field

Príspevok k zisťovaniu vplyvov pri nekonvenčnom tvárnení v magnetickom poli167

Jiří OMES:

Pc Model of Hydraulic Press with Pressure Pulsation Source

PC model hydraulického lisu s pulsacemi tlakového zdroje171

Feliks STACHOWICZ, Tomasz TRZEPİECIŃSKI:

Influence of Anisotropy on the Rectangular Parts Drawing Process – Experimental and Numerical Study

Vplyv anizotropie na ťahanie štvorcových výliskov - experimentálna a numerická analýza175

Michal STANĚK, Miroslav MAŇAS, Tomáš DRGA:

Design of Injection Mold for Fluidity of Plastics Measuring

Konstrukce vstřikovací formy pro měření zatékavosti plastů179

Tematický celok D - Section D

Adam BARYLSKI:

Application of Fmea Method to Estimation of Technological Process

Zastosowanie metody FMEA w ocenie procesu technologicznego183

Michal HATALA:

Valuation of Cut Edge Quality At Plasma Torch Cutting Using Matlab Software

Vyhodnotenie kvality delených hrán pri delení plazmovým oblúkom použitím programu Matlab187

Ondrej HÍREŠ:

Study of Roughness and Perpendicularity of Cutting Surfaces

Štúdium drsnosti a kolmosti rezu193

Štefan JÁNOŠ, František JAŠ:

Joint of constructional materials using pasting technology

Spájanie konštrukčných materiálov lepením200

Marta KOLLÁROVÁ:

New Technologies of Welding Systems for Uncoventional Textile Bonding

Nové technológie zvaracích systémov pre nekonvenčné spájanie textílií205

Pavol SEJČ, Judita BELANOVÁ:

Mechanical Properties of MIG Welded/Brazed Joints Between Aluminium and Steel

Mechanické vlastnosti spojov medzi hliníkom a oceľovým plechom vyhotovených oblúkovými metódami MIG209

Tematický celok E - Section E

Rafał BOGUCKI, K. MIERNIK, Stanisław PYTEL:

The Effect of Microstructure on Mechanical Properties of Grade E75 Drill Pipes

Wpływ różnych ośrodków korozyjnych na pękanie pod naprężeniem stali niskostopowej213

Ľudmila DULEBOVÁ, Lýdia SOBOTOVÁ:

Influence of Negative Temperature on Material by Charpy Impact Test

Vplyv záporných teplôt na materiál pri rázovej skúške vrubovej húževnatosti219

Jarmila FABIANOVÁ: <i>Probability of Application Isothermal Transformation of a Ferrous Alloy in Lower Bainite Zone</i> <i>Overovanie možnosti aplikácie izotermického kalenia u vybranej ocele</i>	223
Pavol GIČ, Dagmar JAKUBÉČYOVÁ, Ľudovít PARILÁK: <i>Quality Evaluation of Coated Cutting Tools produced by Powder Metallurgy</i> <i>Hodnotenie kvality povlakovaných rezných nástrojov vyrobených práškovou metalurgiou</i>	227
Anna KADŁUCZKA, Marek MAZUR: <i>The Modern Ultra-Low-Carbon Steels Used for Motor – Car Body</i> <i>Nowoczesne stale ultraniskowęglowe stosowane na blachy karoseryjne</i>	231
Peter LIPČAK, Miroslav DŽUPON, Ľudovít PARILÁK: <i>Microstructure and Properties of Lowcarbon Dual Phase Steel</i> <i>Mikroštruktúra a vlastnosti nízkouhlíkových dvojfázových ocelí</i>	235
Ivan MAKOVÍNY: <i>Plastification of Wood in Electromagnetic Field</i> <i>Plastifikácia dreva v elektromagnetickom poli</i>	239
Marek MAZUR, Anna KADŁUCZKA: <i>The Influence of Corrosion Environments on Stress Corrosion Fracture of Low – Alloys Steel</i> <i>Wpływ różnych ośrodków korozyjnych na pękanie pod naprężeniem stali niskostopowej</i>	243
Dariusz MIERZWIŃSKI: <i>Small Punch Test Method for High-Temperature Creep Resistance Steels Diagnostics</i> <i>Zastosowanie metody SPT w diagnostyce stali żarowytrzymałych</i>	248
Karol ORAVEC, Marek VOJTKO, Martin RENDEŠ, Ľubomír HORŇIAK: <i>Optimization of Homogenization Annealing of Aluminium Alloy AlZn6MgCu</i> <i>Optimalizácia homogenizačného žihania hliníkovej zliatiny AlZn6MgCu</i>	253
Žaneta PECHCIŇSKA, Roman WIELGOSZ: <i>Structure and Properties of Steel for Energetics Containing Cobalt</i> <i>Struktura i właściwości nowoczesnej stali dla energetyki zawierającej kobalt</i>	257
Anna RUTKOWSKA, Marek DĄBROWSKI, Ryszard MANIA: <i>Titanium – Aluminium Nitride (TiAl)N Coatings Deposited by the Arc PVD on the High – Speed Steel</i> <i>Powłoki (TiAl)N nanoszone techniką łukową na stale szybkoobrotowe</i>	261
Vladimír SIMKULET: <i>Mechanical properties of Sintered Hybrid and Mixed Fe-0.85Mo-(1-3)%Mn-0.5C Steels</i> <i>Mechanické vlastnosti spekaných hybridných a miešaných Fe-0.85Mo-(1-3)%Mn-0.5C ocelí</i>	267
Tematický celok F - Section F	
Bohumil BĀTORA, Michal OBMAŠČÍK: <i>The Feasible Physical-Mechanic Changes of Machined Surface Properties</i> <i>Možné zmeny fyzikálno-mechanických vlastností povrchov spôsobené obrábaním</i>	271
Tematický celok G - Section G	
Ryszard DINDORF, Paweł ŁASKI: <i>Prototype of Pneumatic Parallel Manipulator</i> <i>Prototyp pneumatického paralelného manipulátoru</i>	275
Jacek HABEL: <i>Computer Aided Manufacturing in CATIA v5</i> <i>Wspomaganie procesów wytwarzania w systemie CATIA v5</i>	279
Michal HAVRILA: <i>Intelligent Robotics Machining Systems</i> <i>Inteligentné robotizované systémy obrábania</i>	285
Michal HAVRILA: <i>Recent Trends in Development of Robotized Workstations and Robotized Machining Production Systems</i> <i>SúčasnÉ trendy v rozvoji robotizovaných pracovísk a robotizovaných výrobných systémov obrábania</i>	289
Jozef HALKO, Slavko PAVLENKO, Imrich VOJTKO: <i>Mathematic Model and Simulation Gear</i> <i>Matematický model a simulácia prevodovky</i>	293

223	Janko HODOLIČ, Ivan MATIN, Đorđe VUKELIĆ, Aco ANTIĆ: <i>Using Complex Surfaces for Core and Cavity Design of Mold</i> <i>Použitie komplexných plôch pre návrh jadier a dutín pri odlievaní</i>	299
227	Mária HOLÍKOVÁ: <i>Automated Control of Manufacturing Processes from Economy Point of View</i> <i>Automatizované riadenie výrobných procesov z ekonomického pohľadu</i>	303
231	Martina HOVANČÁKOVÁ: <i>The Application of the Optimizing Logistic Methods in Production Processes</i> <i>Aplikácia optimalizačných logistických metód vo výrobných procesoch</i>	307
235	Milan IKONIĆ, Tonči MIKAC, Branimir BARIŠIĆ: <i>Organic Structures</i> <i>Organické štruktúry</i>	311
239	Mária JANČUŠOVÁ: <i>Fuzzy Petri Nets for Modelling of the Technological Process</i> <i>Fuzzy Petriho siete pre modelovanie technologických procesov</i>	316
243	Anna KIELBUS: <i>Improve the Products Quality by Application the Taguchi Method – on the Example of Washing Machine</i> <i>Poprawa jakości wyrobów dzięki zastosowaniu metody Taguchiego - na przykładzie pralek</i>	320
248	Marek KOČIŠKO, Radosław KREHEL: <i>Visualization of Dissassembling Technological Procedures and Their Publication on Internet</i> <i>Vizualizácia demontážnych technologických postupov a ich publikácia na sieti internet</i>	330
253	Jozef KUBA: <i>Elimination of Classification Uncertainty of Mechanical Engineering Products in Group Technology Area</i> <i>Eliminácia neurčitosti klasifikácie strojárske súčiastok v rámci skupinovej technológie</i>	334
257	Eduard LÖRINC, Radosław KREHEL: <i>Classification and Coding of Components in Group Technology</i> <i>Triedenie a kódovanie súčiastok v skupinovej technológii</i>	338
261	Jozef MAJERČÁK: <i>Form of Using Basic Mathematical Operation with Using Approximate Numbers in the School and Engineering Practice</i> <i>Uplatnenie elementárnych početových výkonov s približnými číslami v školskej a inžinierskej praxi</i>	344
267	Jozef MAJERČÁK: <i>Using Interpolation Methods In Education of Numerical Mathematics and the Possibilities of Their Using in the Engineering as Well</i> <i>Neštandardné uplatnenie interpolačných polynómov numerickéj matematike a v inžinierskej praxi</i>	353
71	Włodzimierz MAKIEŁA: <i>The Method of Numeric Determination of Curvilinear Profiles on the Example of Ellipse</i> <i>Metoda numerycznego wyznaczania krzywoliniowych zarysów na przykładzie elipsy</i>	361
5	Jozef NOVÁK-MARCINČIN, Michal HAVRILA, Peter BRÁZDA: <i>Technology of Augmented Virtual Reality and their Application in Manufacturing</i> <i>Technológie rozšírenej virtuálnej reality a ich aplikácia vo výrobe</i>	365
9	Janusz MLECZKO, Dariusz PLINTA: <i>Computer Aided Reception of Supply in Small Batch Manufacturing</i> <i>Wspomaganie przyjmowania dostaw w produkcji małoseryjnej i jednostkowej</i>	369
5	Vladimír MODRÁK, Mária HOLÍKOVÁ: <i>Measure for Structure Properties of Manufacturing Systems</i> <i>Zisťovanie štrukturálnych vlastností výrobných systémov</i>	373
1	Katarína MONKOVÁ, Peter MONKA: <i>Mathematical Model of the Manufacturing System for the Computer Aided Process Planning Creation Within LAV</i> <i>Matematický model výrobného systému pre počítačovú podporu tvorby technologickej dokumentácie v rámci LAV</i>	377
	Katarína MONKOVÁ, Peter MONKA: <i>3D Model of the Screw Blade for Wind-Power Plant</i> <i>3D model listu vrtule veternej elektrárne</i>	383

Nicolae UNGUREANU, Miorita UNGUREANU: <i>Design of Reliability</i> <i>Návrh spoľahlivosti</i>	387
Janusz POBOŻNIAK: <i>Design to Manufacturing Feature Mapping</i> <i>Návrh monitorovania výrobných vlastností</i>	393
Peter POKORNÝ: <i>Controls Systems of CNC Machines</i> <i>Riadiace systémy CNC strojov</i>	397
Dana SHEJBALOVÁ, Libuše SÝKOROVÁ, Pop MIRCEA T.: <i>Confrmative Intervales Using in Practice</i> <i>Využití konfirmačních intervalů v praxi</i>	401
Luboslav STRAKA: <i>Integrated Control of Autonomous Manufacturing Systems</i> <i>Integrované riadenie autonómnych výrobných systémov</i>	405
Zuzana TOMKOVÁ: <i>Development Trends of Computer Integrated Manufacturing</i> <i>Vývojové trendy počítačom podporovanej výroby</i>	407
Tematický celok H - Section H	
Adriana COTEȚIU, Radu COTEȚIU: <i>Theoretical and Experimental Contributions Regarding the Evolution of the Bi-phase Mixture Fluid Jet Obtained at the Exit of a Bistable Fluidic Amplifier</i> <i>Teoretické a experimentálne prínosy spojené s vývojom Bi-fázového prúdu miešaného média získaného na výstupe dvojstupňového fluidného zosilňovača</i>	411
Vladimir BLAGODARNY, Emil RAGAN, Imrich ANDREJČÁK: <i>Технологические особенности изготовления направляющих для ветряной установки</i> <i>Technologické zvláštnosti výroby súčasti veterného zariadenia</i>	416
Jan DUDA, Marcin PAPROCKI: <i>Modeling Strategy in Computer Integrated Product Development</i> <i>Modelovanie stratégie v počítačom integrovanom návrhovom prostredí</i>	421
Peter KARABIŇOŠ, Jozef ZAJAC, Tomáš NOVOTNÝ: <i>The Splash Measurement of Processing Fluids</i> <i>Meranie rozstreku procesných médií</i>	426
Miloslav KONEČNÝ: <i>The Meaning of Transfer the New Technology for Development the Enterprise</i> <i>Význam transferu nových technológií pro rozvoj podnikání</i>	431
Izabela KUTSCHENREITER - PRASZKIEWICZ: <i>Risk and Uncertainty in Management of Machine Design Processes</i> <i>Ryzyko i niepewność w zarządzaniu pracami projektowymi</i>	433
Jozef NOVÁK-MARCINČIN: <i>Theoretical and Practical Possibility of Group Technology Theory Using</i> <i>Teoretické a praktické možnosti využitia teórie skupinovej technológie</i>	437
Miorita UNGUREANU, Nicolae UNGUREANU: <i>Research of Wear of Brake Shoe from Hoisting Machines Brake Systems</i> <i>Výskum opotrebenia brzdnej čeľusti brzdných systémov zdvihačích zariadení</i>	440
Aleksander MOCZAŁA: <i>System Aiding of Finding Cooperators</i> <i>System wspomagania wyszukiwania kooperantów</i>	446
Josef NOVÁK: <i>The Evaluation of Ensembly, Maintenance and Others Works In Industrial Enterprise</i> <i>Hodnocení montáží, údržby a dalších prací průmyslovém podniku</i>	450
Josef NOVÁK: <i>The Results of Development and Research, Possibilities of Implementation in Management</i> <i>Výsledky výzkumu a možnosti jejich využití v řízení</i>	457

Imrich ORLOVSKÝ, Peter SKOK:

The Characteristics of the Condensing Boiler Operation in Laboratory Condition
Charakteristika prevádzky kondenzačného kotla v laboratórnych podmienkach462

Lubomír SEMAN:

Possibility Measuring Friction Coefficient between Friction Surfaces
Možnosť merania súčiniteľa trenia medzi trecimi plochami467

Zinovij STOTSKO, Bogdan DIVEEV, Bogdan SOKIL, Volodymyr TOPILNYTSKYI:

Devices of Removing the Vibration of Technological Machines
Устройства устранения вибрации технологических машин469

Zinovij STOTSKO, Jaroslav KUSYJ, Volodymyr TOPILNYTSKYI, Marija SOKIL:

Mathematical Design of Vibratory-Centrifugal Hardening of Surface of Cylindric Long-Sized Machine Parts
Математическое моделирование вибрационно-центробежного упрочнения поверхности длинномерных цилиндрических деталей472

Roman STROKA:

Virtualisation of Production Processes
Vizualizácia výrobných procesov478

Libuše SÝKOROVÁ, Dana SHEJBALOVÁ, Imrich LUKOVICS:

Dependence Evaluation of Slot Depth on the Laser System Technological Parameters for Different Types of Polymeric Materials
Vyhodnocení závislosti hloubky drážky na technologických parametrech laseru pro různé polymerní materiály482

Zsolt TIBA:

Dynamic Models Describing the Equation of Motion for the Cardan Drive
Dynamický model znázorňujúci pohybovú rovnicu kardanového náhonu488

Vasile NASUL, Radu COTETIU, Adriana COTETIU:

On Establishing the Initial Replacing on the Knives-Wheel for Cutting Interior Channels
Zavedenie náhrady počiatkových otáčok pri obrábaní vnútorných otvorov496

Imrich VOJTKO, Petr BARON:

Sensitivity analysis of mechanic systems
Čítilivostná analýza mechanických sústav500

Imrich VOJTKO, Rudolf MATIJA:

Measuring and declining of vibration
Meranie a zhodnocovanie vibrácií503

Jozef ZAJAC, Tomáš NOVOTNÝ, Peter KARABIŇOŠ:

The Measurement of Lubricating Properties of Processing Fluids
Meranie mastiacich vlastností procesných médií509

Jozef ZAJAC:

New Ways in Research of Processing Medias for Forming Technologies
Nové smery vo výskume procesných médií pre beztrieskové technológie513

Jozef HALKO, Slavko PAVLENKO, Ján PAŠKO:

The strength account cycloidal teeth in bend
Pevnostný výpočet cykloidného ozubení na únavu v ohybe518

Czesław KUNDERA, Dariusz MICHALSKI:

Experimental verification of properties of the sealing ring housing
Experimentálne verifikované vlastnosti zabudovaného prstencového tesnenia522